

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-231726
(P2002-231726A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 L 21/324

識別記号

F I
H 0 1 L 21/324

テーマコード(参考)
Q

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-25468(P2001-25468)

(22) 出願日 平成13年2月1日 (2001.2.1)

(71) 出願人 302006854

三菱住友シリコン株式会社
東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 遠藤 昭彦

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地
住友金属工業株式会社シチックス事業本部
内

(72) 発明者 草場 辰己

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地
住友金属工業株式会社シチックス事業本部
内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコンウェーハの熱処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ウェーハとの接触等によるスリップ、パーティクルの発生、並びにそれに伴うウェーハの欠陥発生を防止して、水素又はアルゴン雰囲気中で高温熱処理することが可能なシリコンウェーハの熱処理方法。

【解決手段】 シリコンを基材とした熱処理用ボート表面に所要厚みのSiO₂膜を設けることにより、比較的柔らかいSiO₂膜が緩衝材の機能を果たしてスリップを抑制でき、このボートをウェーハ表面近傍の結晶欠陥を低減することが可能な水素またはアルゴン雰囲気中で高温熱処理に適用することでデバイス特性の優れたウェーハを提供できる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶又は多結晶シリコンを基材とし、少なくともシリコンウェーハと接触予定表面に酸化膜を形成させた熱処理用ポートを用い、これに載置したシリコンウェーハを水素又はアルゴンあるいはその混合雰囲気中で1050℃以上の温度領域に30min以上保持するシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項2】 熱処理雰囲気が、アルゴンガス、1050℃～1250℃の温度領域である請求項1に記載のシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項3】 熱処理雰囲気が、水素ガス、1050℃～1200℃の温度領域である請求項1に記載のシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項4】 1000℃以上の温度領域への昇温速度が4℃/min以下、1100℃以上の温度領域への昇温速度が2℃/min以下である請求項1に記載のシリコンウェーハの熱処理方法。

【請求項5】 酸化膜厚みが、1μm～5μmである請求項1に記載のシリコンウェーハの熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体デバイスの製造に使用されるシリコンウェーハの製造方法、特に表面近傍の欠陥が少ない高品質のウェーハをスリップの発生を抑制して熱処理するシリコンウェーハの熱処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化、高性能化が進むにつれて表面近傍の欠陥が少ないシリコンウェーハの要求が高まっている。このために欠陥の少ない新たな層を形成するエピタキシャル成膜技術や、ウェーハ自体に存在する欠陥を低減するために水素又はアルゴン雰囲気中で1000℃以上あるいは1100℃以上の高温熱処理が行われている。

【0003】高温熱処理においては、特に炉内温度の均熱性に優れ、高スループットが達成できる縦型炉が主に使用されている。この際、問題となるのがスリップの発生である。

【0004】シリコンウェーハに発生したスリップは、デバイス特性に対してその特性を劣化させることが一般に知られており、その対策としてウェーハを支持するポートの改善が行われている。

【0005】従来、ウェーハ支持ポートとしては、2枚の端板、複数の保持ロッド及び案内ロッドからなるポートが一般的には使用されており、各部材の材質として石英、シリコンを用いた構成となっている（特開昭60-107843号など参照）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、石英製のポートの場合、1100℃以上の高温での使用に耐えられな

いという問題点を有する。そこで、1100℃以上の高温処理に耐え得る素材としてSiCが検討された。

【0007】当初、SiC母材より金属不純物が熱処理中に拡散し、ウェーハ汚染する問題が生じた。しかしながら、例えば特開平3-153876号公報などで述べられているように、表面をSiCのCVDコートを施すことにより改善されている。

【0008】また、SiC焼結体の表面にSiを含浸させたSiC複合材料からなるポートの表面に、HFで酸化膜を形成し、熱処理時に金属不純物によるウェーハ汚染を防止する方法が提案（特開平10-194876号公報）されている。

【0009】しかしながら、SiCはウェーハ材料であるシリコンと比較して高硬度であること、熱膨張係数が異なること、さらにはCVDコート表面に微少な凹凸が存在することなどの原因により、シリコンとの接触面でシリコンに傷またはパーティクルが発生しやすい。その結果、これらを起点としてスリップが容易に発生するという問題が生じる。

【0010】そこで汚染の問題及びスリップの発生を抑制するため、シリコン製熱処理ポートが開発された。シリコン製のポートの場合、多結晶シリコン又は単結晶シリコンを加工したものが知られている。これは石英ポートよりも高温での熱変形が少ないという特徴を有する。

【0011】しかしながら、SiCポートと比較してその発生確率は小さいものの、積載するウェーハとの接触傷および昇降温中のウェーハ面内の温度勾配によるウェーハの反り、ばたつき等によるパーティクルや接触傷が発生する。その結果、ウェーハの欠陥＝スリップという問題が生じていた。

【0012】また、ポート表面自体にも、発生したパーティクルの固着及び接触傷などによる凸凹が、熱処理を繰り返すことで増加する。これらが積載したウェーハの応力集中点となり、スリップの頻度、長さが増加する問題があった。

【0013】この発明は、デバイス特性の優れたシリコンウェーハを得るため、ウェーハとの接触等によるスリップ、パーティクルの発生、並びにそれに伴うウェーハの欠陥発生を防止して、水素又はアルゴン雰囲気中で高温熱処理することが可能なシリコンウェーハの熱処理方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】発明者らは、シリコンを基材とした熱処理用ポートにおけるスリップの発生の低減を目的に種々検討した結果、ポート表面に所要厚みのSiO₂膜を設けることにより、比較的柔らかいSiO₂膜が緩衝材の機能を果たしてスリップの抑制に極めて有効であり、このポートをウェーハ表面近傍の結晶欠陥を低減することが可能な水素またはアルゴン雰囲気中で高温熱処理に適用することでデバイス特性の優れたウェーハを得ることができると見出した。

一ハを提供できることを知見し、この発明を完成した。

【0015】すなわち、この発明は、単結晶又は多結晶シリコンを基材とし、少なくともシリコンウェーハと接触予定表面に酸化膜を形成させた熱処理用ポートを用い、これに載置したシリコンウェーハを水素又はアルゴンあるいはその混合雰囲気で1050℃以上の温度領域に30min以上保持することを特徴とするシリコンウェーハの熱処理方法である。

【0016】また、この発明は、上記の構成の熱処理方法において、熱処理雰囲気が、アルゴンガス、1050℃～1250℃の温度領域である方法、熱処理雰囲気が、水素ガス、1050℃～1200℃の温度領域である方法、1000℃以上の温度領域への昇温速度が4℃/min以下、1100℃以上の温度領域への昇温速度が2℃/min以下である方法、酸化膜厚みが、1μm～5μmである方法、を併せて提案する。

【0017】

【発明の実施の形態】この発明は、シリコンを基材とした熱処理用ポートの表面に所要厚みの酸化膜を設けてこの膜の緩衝材としての機能を利用して、被処理ウェーハへのスリップの発生を抑制することを特徴としている。

【0018】酸化膜は、粘弾性体として振る舞うことが知られており、特に1000℃以上の温度では高温では粘性係数が下がるため粘性流動が生じる。この発明は、シリコンウェーハ表面近傍の品質改善するための熱処理条件と前記温度領域が一致することを有効に活用するもので、ウェーハとポート母材の間に柔らかいシリコン酸化膜が存在することにより、酸化膜が緩衝材の働きを果たすものである。

【0019】また発明者らは、ポート表面に多少の凹凸が存在したり、ウェーハのそり発生によってポート表面とウェーハが擦れた場合でも、酸化膜の存在によりウェーハへのダメージが低減でき、その結果スリップの発生が抑制されること知見した。

【0020】この発明において使用する熱処理用ポートは、単結晶又は多結晶シリコンを基材とするものであれば、実施例に示す縦型ポートの構成の他、横型炉で使用する横型ポートなど公知のいずれの構成であっても採用することができる。

【0021】熱処理用ポート表面に上記酸化膜の形成する方法としては、シリコンを基材とした熱処理用ポート本体あるいは組立式ポートの場合にはその部材を、酸性雰囲気中で熱処理する方法が挙げられる。この場合は、シリコンウェーハ熱処理炉中に設置し、その場で熱酸化できるという簡便性、経済性に優れ、非酸化性雰囲気での高温熱処理において、酸化膜が還元またはエッチングにより薄くなった場合でも、ポートを炉より取り外すことなく、繰り返し酸化膜を形成することが可能である。

【0022】また、TEOS (TetraEthlOr

thoSicate)等を原料とした熱CVDにより、容易にシリコン酸化膜を形成することもできる。熱CVDの場合は、成膜時の母材シリコンを消費しないため、繰り返しの洗浄作業への耐久性に優れる。

【0023】この発明において、酸化膜中に捕獲された熱処理炉またはウェーハ等の金属汚染をHF洗浄で酸化膜ごとに取り除くことが可能であり、ポートの清浄度を長期間保持できる。

【0024】熱処理用ポート表面に設ける酸化膜の厚さは、0.1μm以上の厚さがあると緩衝材としての機能を果たすことができ、当該効果をより高めるためには、1μm以上の膜厚が好ましい。換言すれば、通常シリコン表面に形成される厚さが10Å～30Åである自然酸化膜ではその厚さが薄いため、この発明の技術思想のポートとウェーハ間の緩衝材としての機能はなく、0.1μm以上の厚みの酸化膜を形成する必要がある。

【0025】その一方、酸化膜のスリップに対する効果は、膜厚が厚いほど効果的であるが、シリコンと熱酸化膜とは熱膨張係数が異なり、酸化膜が厚すぎると、室温では酸化膜に大きな圧縮応力が働き、酸化膜の剥離、パーティクルの発生の原因となるため、酸化膜の厚さは5μmが上限であり、さらに酸化膜形成コストを考慮すると3μm以下が好ましい。

【0026】従って、この発明では、熱処理用ポート表面に設ける酸化膜は、被処理ウェーハと接触する、例えば保持溝(図1B, 2参照)にのみ前記の厚みで形成すれば、十分な効果が期待できる。

【0027】この発明は、上述の構成の熱処理用ポートを用い、水素またはアルゴンまたはこれらの混合雰囲気中で高温熱処理をすることにより、ウェーハ表面近傍の結晶欠陥を消滅させるプロセスに適用する。

【0028】このため、ウェーハ中の固溶酸素を外方拡散させることによりウェーハ表面近傍でのシリコン酸素化合物の析出抑制が可能な温度である1050℃以上が熱処理温度領域となる。また、かかる効果を得るには少なくとも30分以上保持する必要がある。

【0029】一方、高温側では、水素またはアルゴンなどの高温還元雰囲気によるポート表面のSiO₂被覆膜のエッチング速度が実用上十分小さくなる温度で制限され、その温度は1300℃以下、好ましくは1250℃以下である。

【0030】酸素析出物のみならず熱処理温度としては、ウェーハ自身が有する結晶欠陥であるCOPが高温還元雰囲気で消滅し得る1100℃以上であり、またより還元性の強い水素雰囲気下でのSiO₂被覆膜の耐久性を考慮すると、1200℃以下がより好ましい。

【0031】一般に、スリップはポートの構造、材質のみならず昇温速度によっても影響されることが知られている。すなわち、昇温速度が大きくなるほどウェーハ内の温度勾配が大きくなり、この熱応力によりスリップ

が発生する。通常の熱処理用ポート構造では、ポートとウェーハとの接触面（点）がスリップの起点となり、熱応力、自重応力などが加わってスリップが発生、成長する。

【0032】しかしこの発明では、熱処理用ポートに所定のシリコン酸化膜を設けるため、スリップの起点となるポートとの接触面での傷が付き難くなることから、従来より昇温速度を大きくできるという効果がある。

【0033】すなわち、200mm（8"φ）ウェーハを使用した際、従来の酸化膜のないポートでは、スリップ抑制のために1000℃以上の温度領域を2℃/min以下、1100℃以上を1℃/min以下にする必要があった。ところがこの発明により、1000℃以上では最高4℃/min、1100℃以上では最高2℃/minの昇温速度で、従来ポートと同程度のスリップ発生に抑えることが可能となった。

【0034】

【実施例】実施例1

図1に示す縦型熱処理用ポートは、上下一対の円形の平板1a、1bは、互いに平行に配置され、4本の保持ロッド2の両端部を平板1a、1bの各対向面に装着固定して一体に組立てる。また各保持ロッド2には、ウェーハを水平に保持するための保持溝3が所定間隔で刻設してある。実施例では、前記平板1a、1bはCZ法により作製された単結晶シリコン板、保持ロッド2は多結晶シリコン棒を使用した。

【0035】実施例1-1では、上記シリコンポートを縦型熱処理炉に装入し、酸化雰囲気中1200℃、15hrの熱処理を行い、シリコンポート表面に3μmの酸

化膜を作成した。また、実施例1-2～1-5では、上記シリコンポートに熱CVDにより0.1μmから10μm厚さの種々厚みの酸化膜を形成した。

【0036】保持ロッド2の各保持溝3の上面4にはシリコン酸化膜が形成されており、ここにウェーハ5を配置した際に該酸化膜を介してウェーハ5が保持溝3に載置されることとなる。

【0037】また、比較用として酸化膜を設けない上記シリコンポートを使用した。熱処理によるウェーハの欠陥評価には、200mmφシリコンウェーハ（比抵抗7～12Ωcm、含有酸素量10～14×10¹⁷/cc【O1d ASTM】）を用いた。

【0038】上記の各種熱処理用ポートに、各々上記評価用シリコンウェーハを50枚搭載し、600℃に保持した縦型炉に100mm/minの速度で投入、その後1000℃まで10℃/minで昇温、1200℃まで2℃/minで昇温、1hr保持後、昇温と同じ冷却速度で冷却した。縦型炉の熱処理雰囲気は、Arガス100%を使用した。

【0039】この熱処理を各ポートで5回づつ実施し、これら熱処理ウェーハの内、ポートの溝位置最上部（#1）、中間位置（#25）および最低部（#50）のウェーハに対してX線トポグラフィーによりスリップ評価を、また面検機（SFS6220）によりウェーハ表面のサイズ2μm以上のパーティクルを評価した。表1にスリップの最大長さ及び積算長さの5回の平均値およびパーティクル数を示す。

【0040】

【表1】

	Si酸化膜の有無	成膜方法	膜厚(μm)	最大スリップ長(mm)	積算スリップ長(mm)	パーティクル(個/ウェーハ)
実施例1-1	有	熱酸化	3	2.5	5.1	1
実施例1-2	有	CVD	0.1	7.9	26.8	2
実施例1-3	有	CVD	1	6.0	18.2	0
実施例1-4	有	CVD	5	3.4	4.8	3
実施例1-5	有	CVD	10	3.1	7.2	20
比較例1	無	-	-	12.8	37.2	2

【0041】表1に明らかなように、シリコン製の熱処理用ポート表面をシリコン酸化膜で被覆することにより、スリップの発生が抑制されることが分かる。しかしながら、酸化膜の膜厚が10μmの場合は、酸化膜の剥離と考えられるウェーハ表面に多くのパーティクルが存在する。

【0042】実施例2

実施例1-1と同様の熱処理用ポートを用いて、実施例1と同様条件のArガス100%雰囲気中の熱処理を施す際に、1000℃以上、1100℃までの昇温速度を2

℃/minから5℃/minまで変化させ、1100℃から1200℃までは2℃/min固定で昇温した。比較例は酸化膜を設けない熱処理ポートを使用する以外、昇温速度を同様条件として実施した。この時のスリップ評価結果を表2に示す。表2に明らかなように、同じ昇温速度で比較すると、該ポート表面に酸化膜を設けるとスリップ発生が抑制されることが分かり、高温熱処理での処理時間の低減も可能となる。

【0043】実施例3

実施例1-1と同様の熱処理用ポートを用いて、実施例

1と同様条件のArガス100%雰囲気での熱処理を施す際に、1000℃から1100℃までは2℃/min固定で昇温し、1100℃以上、1200℃までの昇温速度を1℃/minから3℃/minまで変化させた。比較例は酸化膜を設けない熱処理ポートを使用する以外、昇温速度を同様条件として実施した。この時のスリップ

評価結果を表3に示す。表3に明らかなように、同じ昇温速度で比較すると、該ポート表面に酸化膜を設けるとスリップ発生が抑制されることが分かり、高温熱処理での処理時間の低減も可能となる。

【0044】

【表2】

	Si酸化膜の有無	昇温速度(℃/min)	最大スリップ長(mm)	積算スリップ長(mm)	パーティクル(個/ウェーハ)
実施例2-1	有(3um)	2	2.5	5.1	1
実施例2-2	有(3um)	3	5.8	12.6	0
実施例2-3	有(3um)	4	13.0	36.9	1
実施例2-4	有(3um)	5	32.1	57.9	1
比較例2-1	無	2	12.8	37.2	2
比較例2-2	無	3	24.5	60.0	1
比較例2-3	無	4	42.2	100.1	5
比較例2-4	無	5	45.2	98.1	6

【0045】

【表3】

	Si酸化膜の有無	昇温速度(℃/min)	最大スリップ長(mm)	積算スリップ長(mm)	パーティクル(個/ウェーハ)
実施例3-1	有(3um)	1	2.3	4.6	1
実施例3-2	有(3um)	2	2.5	5.1	1
実施例3-3	有(3um)	3	16.7	33.4	1
比較例3-1	無	1	3.1	10.5	2
比較例3-2	無	3	12.8	37.2	2
比較例3-3	無	4	41.3	120.1	6

【0046】実施例4

実施例1と同様条件の熱処理を実施する際に、熱処理雰囲気をAr又はH₂ガス雰囲気下とし、最高温度を1000℃から1300℃、保持時間を10minから1hrまで種々変えて熱処理を行った。熱処理用ポート条件は実施例1-1と同じであり、昇温速度は1000℃～1200℃を2℃/min、1200℃以上を1℃/minとした。評価は、実施例1と同様に最大スリップ長を測定し、またテンコール製SP1を用い、0.09μm以上のサイズのLPD(光散乱粒子)を評価した。

【0047】Ar又はH₂ガス雰囲気両方共に、1000℃ではLPDが100個以上と大きい。そこでウェーハ断面および表面を観察した結果、酸素析出物およびCOPが表面近傍に存在することが分かった。

【0048】また、Ar雰囲気では1250℃までは、

LPD数は殆ど変化しなかったが、1300℃処理ではLPD数が増加し、スリップも急激に成長している。一方、水素雰囲気中では、1200℃からLPDおよびスリップが増加する傾向にあることが分かる。

【0049】上記結果は、熱処理温度がより高温となるとポート表面の酸化膜がエッチングされ、ウェーハとポート間の緩衝材としての効果がなくなってスリップが発生、また接触によるパーティクルおよび剥がれたSiO₂膜がLPDとして計測されたためであり、その影響は特に還元性の強い水素雰囲気で顕著である。また、ウェーハ表面近傍の結晶欠陥を低減するためには、1050℃、30min以上の熱処理が必要であることが明らかである。

【0050】

【表4】

	Si酸化膜 の有無	雰囲気	熱処理 温度 (℃)	保持時間 (min)	最大スリップ 長(mm)	LPD (個/ウェーハ)
実施例4-1	有(3um)	Ar	1000	60	0.8	1150
実施例4-2	有(3um)	Ar	1200	60	2.5	12
実施例4-3	有(3um)	Ar	1250	60	15.7	10
実施例4-4	有(3um)	Ar	1300	60	46.8	110
実施例4-5	有(3um)	H ₂	1000	60	1.1	1062
実施例4-6	有(3um)	H ₂	1200	60	3.1	8
実施例4-7	有(3um)	H ₂	1250	60	21.6	89
実施例4-8	有(3um)	H ₂	1300	60	51.4	119
実施例4-9	有(3um)	Ar	1050	60	1.0	35
実施例4-10	有(3um)	Ar	1050	30	2.5	52
比較例4-1	有(3um)	Ar	1050	20	1.9	1233
比較例4-2	有(3um)	Ar	1050	10	3.8	1219

【0051】

【発明の効果】この発明により、ウェーハとの接触等によるスリップ、パーティクルの発生、それに伴うウェーハの欠陥発生を防止して、水素又はアルゴン雰囲気などで高温熱処理することで、デバイス特性の優れたシリコンウェーハを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aは縦型熱処理用ボートの構成を示す斜視説明図であり、Bは保持ロッドに設けられたウェーハ保持用

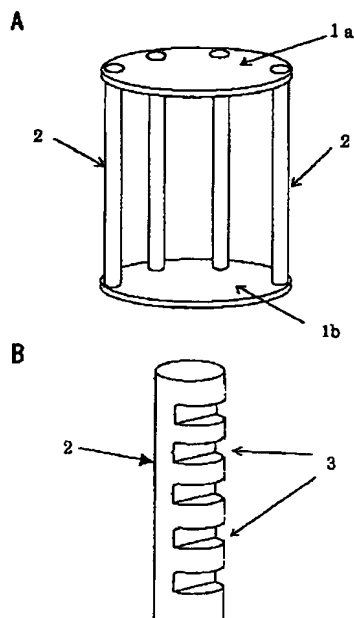
の溝を示す保持ロッドの斜視説明である。

【図2】保持ロッドとウェーハの接触面近傍のを示す模式説明図である。

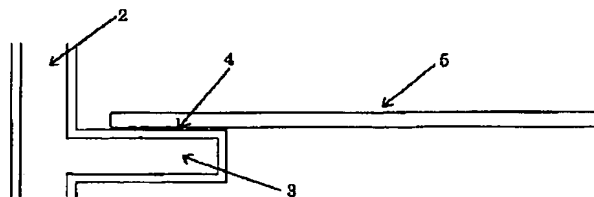
【符号の説明】

- 1 a, 1 b 平板
- 2 保持ロッド
- 3 ウェーハ保持構
- 4 上面
- 5 ウェーハ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72) 発明者 本山 民雄
佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地
住友金属工業株式会社シチックス事業本部
内

(72) 発明者 白川 義徳
佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地
住友金属工業株式会社シチックス事業本部
内
(72) 発明者 池田 直紀
佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地
住友金属工業株式会社シチックス事業本部
内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-231726

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/324

(21)Application number : 2001-025468

(71)Applicant : SUMITOMO MITSUBISHI SILICON
CORP

(22)Date of filing : 01.02.2001

(72)Inventor : ENDO AKIHIKO
KUSABA TATSUMI
MOTOYAMA TAMIO
SHIRAKAWA YOSHINORI
IKEDA NAOKI**(54) METHOD OF HEAT-TREATING SILICON WAFER****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of heat-treating a silicon wafer which can be heat-treated at a high temperature in an atmosphere of hydrogen or argon by preventing the generation of a slip of a boat for heat treatment due to the contact of the boat with a wafer and the like, the generation of particles, and the generation of a defect in the wafer that accompanies the generation of the slip and the particles and.

SOLUTION: In a method of heat-treating a silicon wafer, a required thickness of an SiO₂ film is provided on the surface of a boat for heat treatment formed using silicon as its base material, whereby the comparatively soft SiO₂ film serves the function of a buffer material to enable to suppress the generation of a slip of the boat due to the contact of the boat with a wafer or the like and the wafer, which is excellent in device characteristics, can be provided by applying this boat to a high-temperature heat treatment of the wafer in an atmosphere of hydrogen-or argon for enabling a reduction in a crystal defect in the vicinity of the surface of the wafer.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The heat treatment approach of a silicon wafer of using a single crystal or polycrystalline silicon as a base material, and holding at least the silicon wafer laid in this using the silicon wafer and the boat for heat treatment which made the oxide film forming in a contact schedule side 30 or more min to a temperature field 1050 degrees C or more in hydrogen, an argon, or its mixed ambient atmosphere.

[Claim 2] The heat treatment approach of a silicon wafer according to claim 1 that heat treatment ambient atmospheres are argon gas and a 1050 degrees C - 1250 degrees C temperature field.

[Claim 3] The heat treatment approach of a silicon wafer according to claim 1 that heat treatment ambient atmospheres are hydrogen gas and a 1050 degrees C - 1200 degrees C temperature field.

[Claim 4] The heat treatment approach of a silicon wafer according to claim 1 that the programming rate to a temperature field 1000 degrees C or more is [the programming rates to below 4 degrees C / min, and a temperature field 1100 degrees C or more] below 2 degrees C / min.

[Claim 5] The heat treatment approach of a silicon wafer according to claim 1 that oxide-film thickness is 1 micrometer - 5 micrometers.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the silicon wafer used for manufacture of a semiconductor device, especially the heat treatment approach of a silicon wafer that the defect near the front face controls generating of a slip, and heat-treats the wafer of little high quality.

[0002]

[Description of the Prior Art] The demand of a silicon wafer with few defects near the front face is increasing as high integration of a semiconductor device and high performance-ization progress. For this reason, in order to reduce the epitaxial membrane formation technique which forms a new layer with few defects, and the defect which exists in the wafer itself, elevated-temperature heat treatment of 1000 degrees C or more or 1100 degrees C or more is performed in hydrogen or an argon ambient atmosphere.

[0003] Especially in elevated-temperature heat treatment, it excels in the soak nature of whenever [furnace temperature], and the vertical mold furnace which can attain a high throughput is mainly used. Under the present circumstances, generating of a slip poses a problem.

[0004] The improvement of the boat by which it is generally known that the slip generated to the silicon wafer will degrade the property to a device property, and it supports a wafer as the cure is made.

[0005] Conventionally, as a wafer support boat, generally the boat which consists of the end plate of two sheets, two or more maintenance rods, and a guidance rod is used, and has composition using a quartz and silicon as the quality of the material of each part material (reference, such as JP,60-107843,A).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the case of the boat made from a quartz, it has the trouble that the use in an elevated temperature of 1100 degrees C or more cannot be borne. Then, SiC was examined as a material which can be equal to high temperature processing 1100 degrees C or more.

[0007] At the beginning, from the SiC base material, while the metal impurity heat-treated, it was spread, and the problem which carries out wafer contamination arose. However, the front face is improved by giving the CVD coat of SiC as described by JP,3-153876,A etc., for example.

[0008] Moreover, an oxide film is formed in the front face of the boat which consists of SiC composite material which infiltrated Si into the front face of a SiC sintered compact by HF, and the method of preventing the wafer contamination by the metal impurity at the time of heat treatment is proposed (JP,10-194876,A).

[0009] However, as compared with the silicon which is a wafer ingredient, a blemish or particle tends to generate SiC to silicon in the contact surface with silicon according to causes, like that it is a high degree of hardness, that coefficients of thermal expansion differ, and the still very smaller irregularity on a CVD coat front face exists. Consequently, the problem that a slip is easily generated with these as the starting point arises.

[0010] Then, in order to control the problem of contamination, and generating of a slip, the heat treatment boat made from silicon was developed. In the case of the boat made from silicon, what processed polycrystalline silicon or single crystal silicon is known. This has the description that less heat deformation in an elevated temperature is than a quartz boat.

[0011] however, the curvature of the wafer by the temperature gradient within a contact blemish with the wafer loaded although the probability of occurrence is small as compared with a SiC boat, and the wafer side in rising and falling temperature -- flustering -- etc. -- the particle and the contact blemish to depend occur. Consequently, the problem of a defective = slip of a wafer had arisen.

[0012] Moreover, it increases because the unevenness by fixing, a contact blemish, etc. of particle which

were generated repeats heat treatment on the boat front face itself and performs it to it. It became the stress concentration point of the wafer which these loaded, and there was a problem which the frequency of a slip and die length increase.

[0013] In order that this invention may obtain the silicon wafer which was excellent in the device property, it prevents the slip by contact to a wafer etc., generating of particle, and defective generating of the wafer accompanying it to a list, and aims at offering the heat treatment approach of the silicon wafer which can carry out elevated-temperature heat treatment in hydrogen or an argon ambient atmosphere.

[0014]

[Means for Solving the Problem] As a result of examining many things for the purpose of reduction of generating of the slip in the boat for heat treatment which used silicon as the base material, artificers by preparing SiO₂ film of necessary thickness in a boat front face SiO₂ comparatively soft film is very effective in control of a slip sure enough in the function of shock absorbing material. The knowledge of the ability to offer the wafer which excelled [apply / to elevated-temperature heat treatment in the hydrogen which can reduce the crystal defect near the wafer front face, or an argon ambient atmosphere / this boat] in the device property was carried out, and this invention was completed.

[0015] That is, this invention is the heat treatment approach of the silicon wafer which uses a single crystal or polycrystalline silicon as a base material, and is characterized by holding at least a silicon wafer and the silicon wafer laid in this using the boat for heat treatment which made the oxide film form in a contact schedule side 30 or more min to a temperature field 1050 degrees C or more in hydrogen, an argon, or its mixed ambient atmosphere.

[0016] This invention is set to the heat treatment approach of the above-mentioned configuration. Moreover, a heat treatment ambient atmosphere Argon gas, the approach of being a 1050 degrees C - 1250 degrees C temperature field, and a heat treatment ambient atmosphere The programming rate to the approach and the temperature field 1000 degrees C or more which are hydrogen gas and a 1050 degrees C - 1200 degrees C temperature field proposes [the programming rate to below 4 degrees C / min, and a temperature field 1100 degrees C or more] collectively how the approach of being below 2 degrees C / min and oxide-film thickness are 1 micrometer - 5 micrometers.

[0017]

[Embodiment of the Invention] This invention is characterized by preparing the oxide film of necessary thickness in the front face of the boat for heat treatment which used silicon as the base material, and controlling generating of a slip to a processed wafer using the function as shock absorbing material of this film.

[0018] Serving an oxide film as a viscoelastic body is known, and especially, at the temperature of 1000 degrees C or more, in an elevated temperature, since coefficient of viscosity falls, viscous flow arises. When it utilizes effectively that the heat treatment conditions and said temperature field of this invention for carrying out upgrading near the silicon wafer front face correspond and soft silicon oxide exists between a wafer and a boat base material, an oxide film achieves work of shock absorbing material.

[0019] moreover, even when some irregularity exists in a boat front face or baud ***** and a wafer rub against it according to camber generating of a wafer, the damage of WEHAHE can be reduced by existence of an oxide film, and, as a result, as for artificers, generating of a slip is controlled -- thing knowledge was carried out.

[0020] If a single crystal or polycrystalline silicon is used as a base material, even if the horizontal-type boat used at a horizontal-type furnace besides the configuration of the vertical mold boat shown in an example is which a well-known configuration, it can be used for the boat for heat treatment used in this invention.

[0021] In the case of the body for heat treatment of a boat or sectional boat which used silicon as the base material, as an approach to form the above-mentioned oxide film in the boat front face for heat treatment, the approach of heat-treating the member in an oxidizing atmosphere is mentioned. In this case, it is possible to form a repeat oxide film, without removing a boat from a furnace, even when it installs into a silicon wafer heat treating furnace, it excels in the simple nature that it can oxidize thermally on that spot, and economical efficiency and an oxide film becomes thin by reduction or etching in elevated-temperature heat treatment in a non-oxidizing quality ambient atmosphere.

[0022] Moreover, silicon oxide can also be easily formed with the heat CVD which used TEOS (TetraEthlOrthoSicate) etc. as the raw material. In the case of Heat CVD, in order not to consume the base material silicon at the time of membrane formation, it excels in the endurance to washing of a repeat.

[0023] In this invention, it is possible to remove metal contamination of the heat treating furnace captured in the oxide film or a wafer the whole oxide film by HF washing, and the cleanliness of a boat can be held

for a long period of time.

[0024] If the thickness of 0.1 micrometers or more has the thickness of the oxide film prepared in the boat front face for heat treatment, in order to be able to achieve the function as shock absorbing material and to heighten the effectiveness concerned more, thickness 1 micrometers or more is desirable. By the natural oxidation film whose thickness usually formed in a silicon front face is 10A - 30A, if it puts in another way, since that thickness is thin, there is no function as the boat of the technical thought of this invention and shock absorbing material between wafers, and it needs to form an oxide film with a thickness of 0.1 micrometers or more.

[0025] If coefficients of thermal expansion differ and an oxide film is too thick, since big compressive stress will work to an oxide film at a room temperature and they will cause exfoliation of an oxide film and generating of particle, although the effectiveness over a slip of an oxide film is so effective that thickness is thick on the other hand, when oxide-film formation cost is further taken into consideration, 3 micrometers or less are desirable [silicon and the thermal oxidation film / the thickness of an oxide film / 5 micrometers is an upper limit, and].

[0026] Therefore, in this invention, the oxide film prepared in the boat front face for heat treatment contacts a processed wafer, for example, if it forms only in the retention groove (drawing 1 B, 2 reference) by the above-mentioned thickness, it can expect sufficient effectiveness.

[0027] This invention is applied to the process which extinguishes the crystal defect near the wafer front face using the boat for heat treatment of an above-mentioned configuration by carrying out elevated-temperature heat treatment in hydrogen, argons, or these mixed ambient atmospheres.

[0028] For this reason, 1050 degrees C or more which is the temperature in which deposit control of the silicon oxygen compound near the wafer front face is possible become a heat-treatment-temperature field by carrying out out-diffusion of the dissolution oxygen in a wafer. Moreover, it is necessary to hold at least 30 minutes or more to acquire this effectiveness.

[0029] On the other hand, in an elevated-temperature side, it is restricted at the temperature to which the etch rate of the SiO₂ covering film on the front face of a boat by elevated-temperature reducing atmosphere, such as hydrogen or an argon, becomes practically sufficiently small, and 1300 degrees C or less of the temperature are 1250 degrees C or less preferably.

[0030] It is 1100 degrees C or more at which not only an oxygen sludge but COP which is the crystal defect which the wafer itself has as heat treatment temperature may disappear by elevated-temperature reducing atmosphere, and when the endurance of the SiO₂ covering film under the hydrogen ambient atmosphere where reducibility is more strong is taken into consideration, 1200 degrees C or less are more desirable.

[0031] Generally, it is known that a slip will be influenced not only with the structure of a boat and the quality of the material but with a programming rate. That is, the temperature gradient within a wafer side becomes large, so that a programming rate becomes large, and a slip is generated with this thermal stress. With the usual boat structure for heat treatment, the contact surface (point) of a boat and a wafer serves as an origin of a slip, and thermal stress, self-weight stress, etc. are added, and a slip is generated and it grows up.

[0032] However, in this invention, since it is hard coming to attach the blemish in the contact surface with the boat used as the origin of a slip in order to prepare predetermined silicon oxide in the boat for heat treatment, it is effective in the ability to make a programming rate larger than before.

[0033] That is, when 200mm (8"phi) wafer was used, by the boat without the conventional oxide film, for slip control, the temperature field 1000 degrees C or more needed to be made into below 2 degrees C / min, and 1100 degrees C or more needed to be made into below 1 degree C / min. However, this invention enabled it to hold down to a maximum of 4 degrees C / min above 1000 degrees C, and to hold down to slip generating comparable as a boat conventionally above 1100 degrees C with the programming rate of a maximum of 2 degrees C / min.

[0034]

[Example] The plates 1a and 1b of a vertical pair with the circular boat for vertical mold heat treatment shown in example 1 drawing 1 are arranged in parallel mutually, carry out wearing immobilization of the both ends of four maintenance rods 2 at each opposed face of Plates 1a and 1b, and assemble them to one. Moreover, the retention groove 3 for holding a wafer horizontally is engraved on each maintenance rod 2 at intervals of predetermined. In the example, the single-crystal-silicon plate and the maintenance rod 2 with which said plates 1a and 1b were produced by the CZ process used the polycrystalline silicon rod.

[0035] In the example 1-1, the above-mentioned silicon boat was inserted in the vertical mold heat treating furnace, heat treatment of 1200 degrees C and 15hr was performed among the oxidizing

atmosphere, and the 3-micrometer oxide film was created in the silicon boat front face. moreover -- an example 1-2 to 1-5 -- the above-mentioned silicon boat -- Heat CVD -- 10-micrometer [0.1 micrometers to] thickness -- the oxide film of thickness was formed variously.

[0036] Silicon oxide is formed in the top face 4 of each retention groove 3 of the maintenance rod 2, and when the wafer 5 has been arranged here, a wafer 5 will be laid in the retention groove 3 through this oxide film.

[0037] Moreover, the above-mentioned silicon boat which does not prepare an oxide film as an object for a comparison was used. 200mmphi silicon wafer (7-12ohm [of specific resistance cm], amount 10 of content oxygen - 14x10¹⁷ /cc [Old ASTM]) was used for defective evaluation of the wafer by heat treatment.

[0038] The 50 above-mentioned silicon wafers for evaluation were respectively carried in the various above-mentioned boats for heat treatment, and it cooled with the same cooling rate as a temperature up after a temperature up and 1hr maintenance to a temperature up and 1200 degrees C by 10 degrees C / min to 1000 degrees C an injection and after that at the rate of 100 mm/min at 2 degrees C / min at the vertical mold furnace held at 600 degrees C. Ar gas 100% was used for the heat treatment ambient atmosphere of a vertical mold furnace.

[0039] **** operation of this heat treatment was carried out 5 times by each boat, among these heat treatment wafers, to the wafer of a bottom (#50) in the slot location topmost part (#1) of a boat, and the mid-position (#25), X-ray topography estimated slip evaluation, and the **** machine (SFS6220) estimated the particle beyond size 2micrometer on the front face of a wafer. 5 times of the average values and the number of particle of the length between couplings of a slip and addition die length are shown in Table 1.

[0040]

[Table 1]

	Si酸化膜 の有無	成膜 方法	膜厚 (um)	最大スリップ 長(mm)	積算スリップ 長(mm)	パーティクル (個/ウェーハ)
実施例1-1	有	熱酸化	3	2.5	5.1	1
実施例1-2	有	CVD	0.1	7.9	26.8	2
実施例1-3	有	CVD	1	6.0	13.2	0
実施例1-4	有	CVD	5	3.4	4.8	3
実施例1-5	有	CVD	10	3.1	7.2	20
比較例1	無	-	-	12.8	37.2	2

[0041] By covering the boat front face for heat treatment made from silicon with silicon oxide shows that generating of a slip is controlled so that clearly [Table 1]. However, when the thickness of an oxide film is 10 micrometers, much particle exists in the wafer front face considered to be exfoliation of an oxide film.

[0042] When heat-treating the Ar gas 100% ambient atmosphere of conditions as well as an example 1 using the same boat for heat treatment as example 2 example 1-1, the programming rate to 1000 degrees C or more and 1100 degrees C was changed from 2 degrees C / min to 5 degrees C / min, and 1100 to 1200 degrees C carried out the temperature up by 2 degrees C / min immobilization. The example of a comparison carried out the programming rate as conditions similarly except using the heat treatment boat which does not prepare an oxide film. The slip evaluation result at this time is shown in Table 2. If the same programming rate compares and an oxide film will be prepared in this boat front face so that clearly [Table 2], it will turn out that slip generating is controlled and reduction of the processing time in elevated-temperature heat treatment will also become possible.

[0043] In case the Ar gas 100% ambient atmosphere of conditions as well as an example 1 was heat-treated using the same boat for heat treatment as example 3 example 1-1, 1000 to 1100 degrees C carried out the temperature up by 2 degrees C / min immobilization, and the programming rate to 1100 degrees C or more and 1200 degrees C was changed from 1 degree C / min to 3 degrees C / min. The example of a comparison carried out the programming rate as conditions similarly except using the heat treatment boat which does not prepare an oxide film. The slip evaluation result at this time is shown in Table 3. If the same programming rate compares and an oxide film will be prepared in this boat front face so that clearly [Table 3], it will turn out that slip generating is controlled and reduction of the processing time in

elevated-temperature heat treatment will also become possible.

[0044]

[Table 2]

	Si酸化膜 の有無	昇温速度 (°C/min)	最大スリップ 長(mm)	積算スリップ 長(mm)	パーティクル (個/ウエーハ)
実施例2-1	有(3um)	2	2.5	5.1	1
実施例2-2	有(3um)	3	5.8	12.6	0
実施例2-3	有(3um)	4	13.0	36.9	1
実施例2-4	有(3um)	5	32.1	57.9	1
比較例2-1	無	2	12.8	37.2	2
比較例2-2	無	3	24.5	60.0	1
比較例2-3	無	4	42.2	100.1	5
比較例2-4	無	5	45.2	98.1	6

[0045]

[Table 3]

	Si酸化膜 の有無	昇温速度 (°C/min)	最大スリップ 長(mm)	積算スリップ 長(mm)	パーティクル (個/ウエーハ)
実施例3-1	有(3um)	1	2.3	4.6	1
実施例3-2	有(3um)	2	2.5	5.1	1
実施例3-3	有(3um)	3	16.7	33.4	1
比較例3-1	無	1	3.1	10.5	2
比較例3-2	無	3	12.8	37.2	2
比較例3-3	無	4	41.3	120.1	6

[0046] When heat-treating conditions as well as example 4 example 1, the heat treatment ambient atmosphere was made into the bottom of Ar or H₂ gas ambient atmosphere, and the maximum temperature was heat-treated by changing variously from 10min to 1hr in 1000 degrees C to 1300 degrees C, and the holding time. The boat conditions for heat treatment were the same as the example 1-1, and the programming rate set 1000 degrees C - 1200 degrees C to 2 degrees C / min, and they set 1200 degrees C or more to 1 degree C / min. Evaluation measured the maximum slip length like the example 1, and evaluated LPD (light-scattering particle) with a size of 0.09 micrometers or more using SP1 made from a ten call.

[0047] Both Ar or H₂ gas ambient atmosphere of LPD is as large as 100 or more pieces at 1000 degrees C. Then, as a result of observing a wafer cross section and a front face, it turned out that an oxygen sludge and COP exist near the front face.

[0048] Moreover, although a LPD number hardly changed to 1250 degrees C in Ar ambient atmosphere, in 1300-degree-C processing, a LPD number increases and the slip is also growing rapidly. On the other hand, in a hydrogen ambient atmosphere, it turns out that it is in the inclination which LPD and a slip increase from 1200 degrees C.

[0049] It is because the oxide film on the front face of a boat was etched when heat treatment temperature became an elevated temperature more, the effectiveness as shock absorbing material between a wafer and a boat of the above-mentioned result was lost and particle and SiO₂ film which separated according [a slip] to generating and contact were measured as LPD, and the effect is remarkable in the hydrogen ambient atmosphere where especially reducibility is strong. Moreover, in order to reduce the crystal defect near the wafer front face, 1050 degrees C and heat-treating [of 30 or more min] are clear.

[0050]

[Table 4]

	Si酸化膜 の有無	雰囲気	熱処理 温度 (℃)	保持時間 (min)	最大スリップ 長(mm)	LPD (個/ウェーハ)
実施例4-1	有(3um)	Ar	1000	60	0.8	1150
実施例4-2	有(3um)	Ar	1200	60	2.5	12
実施例4-3	有(3um)	Ar	1250	60	15.7	10
実施例4-4	有(3um)	Ar	1300	60	46.8	110
実施例4-5	有(3um)	H ₂	1000	60	1.1	1062
実施例4-6	有(3um)	H ₂	1200	60	3.1	8
実施例4-7	有(3um)	H ₂	1250	60	21.6	89
実施例4-8	有(3um)	H ₂	1300	60	51.4	119
実施例4-9	有(3um)	Ar	1050	60	1.0	35
実施例4-10	有(3um)	Ar	1050	30	2.5	52
比較例4-1	有(3um)	Ar	1050	20	1.9	1233
比較例4-2	有(3um)	Ar	1050	10	3.8	1219

[0051]

[Effect of the Invention] The slip by contact to a wafer etc., generating of particle, and defective generating of the wafer accompanying it are prevented, and this invention enables it to offer the silicon wafer which excelled [carry out / in hydrogen or an argon ambient atmosphere / elevated-temperature heat treatment] in the device property.

[Translation done.]

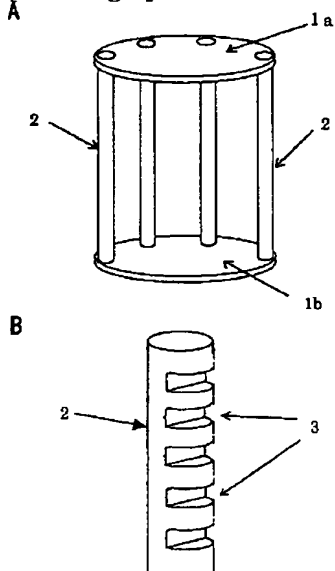
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

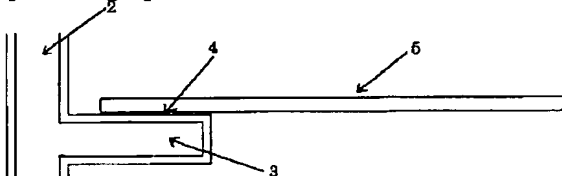
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]